

UNIVERSITÄT BASEL

Arbeit unter Leitung von Herrn P.D. Dr. med. H. Nigst
Dozent der Unfallmedizin

ERGEBNISSE
DER OPERATIVEN BEHANDLUNG
VON
VORDERARMFRAKTUREN

Eine Analyse von
116 operierten Fällen aus dem Krankengut der SUVA
der Jahre 1951–1956

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung der Doktorwürde der
medizinischen Fakultät der Universität Basel
vorgelegt von

MARCEL GNÄDINGER

von Basel und Ramsen (Schaffhausen)

1958

Buchdruckerei VSK, Basel

Von der Medizinischen Fakultät genehmigt
auf Antrag von Herrn Prof. Dr. med. RUDOLF NISSEN
Tag der Promotion: 4. Juli 1958.

UNIVERSITÄT BASEL

Arbeit unter Leitung von Herrn P.D.Dr.med.H. Nigst
Dozent der Unfallmedizin

ERGEBNISSE
DER OPERATIVEN BEHANDLUNG
VON
VORDERARMFRAKTUREN

Eine Analyse von
116 operierten Fällen aus dem Krankengut der SUVA
der Jahre 1951–1956

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung der Doktorwürde der
medizinischen Fakultät der Universität Basel
vorgelegt von

MARCEL GNÄDINGER

von Basel und Ramsen (Schaffhausen)



1958

Buchdruckerei VSK, Basel

Von der Medizinischen Fakultät genehmigt
auf Antrag von Herrn Prof. Dr. med. RUDOLF NISSEN
Tag der Promotion: 4. Juli 1958.

Besonderen Dank schulde ich Herrn P. D. Dr. med. *H. Nigst* für die tatkräftige Förderung der Arbeit. Mein Dank gilt auch den zuständigen Organen der Schweizerischen Unfallversicherungsanstalt: Herrn Dr. med. *A. Tillmann*, Oberarzt, der das Dissertationsthema angeregt hat, Herrn Dr. med. *J. Wohler*, Kreisarzt in Basel, für seine wertvollen Ratschläge und der Direktion der SUVA für die bereitwillige Überlassung des Aktenmaterials.

INHALTSVERZEICHNIS

Einleitung	7
A. Allgemeines	9
Altersverteilung	9
Verteilung nach Geschlechtern	10
Betroffene Seiten	10
Einteilung nach Berufen	10
Die Unfallereignisse	11
B. Operationsindikation und operative Methoden	11
1. Operationsindikation	11
a) geschlossene Frakturen	11
b) offene Frakturen	12
2. Die Operationsmethoden	12
C. Art und Dauer der äusseren Fixation	13
D. Postoperative Komplikationen	13
1. Die verzögerte Frakturkonsolidation	15
a) Häufigkeit	15
b) Operative Therapie der verzögerten Konsolidation	15
2. Die Pseudarthrosen	19
a) Häufigkeit	19
b) Durchschnittsalter der Pseudarthrose-Patienten	19
c) Lokalisation der Pseudarthrosen	19
d) Die Ursachen der Pseudarthrosen	20
e) Vergleich der Methode der Marknagelung (exklusive Markdrahtung) mit den gesamten übrigen Operationsmethoden bezüglich der Pseudarthrosehäufigkeit	21
f) Die operative Therapie der Pseudarthrosen	22
g) Pseudarthrosen und Sudecksche Dystrophie	24
3. Die Sudecksche Dystrophie	25
E. Die wirtschaftlichen Auswirkungen	25
1. Durchschnittliche Dauer der Hospitalisation, Arbeitsunfähigkeit und Behandlung	25
2. Die Erwerbsbehinderung	27
3. Die Auswirkung der Invalidität bei den verschiedenen Altersgruppen	28
4. Heilungsergebnis und Frakturlokalisation	28
5. Die Beurteilung der Operationsresultate nach den Funktionsverhältnissen	28
6. Durch die Unfallfolgen bedingter Berufswechsel	29
F. Zusammenfassung	30
Literaturverzeichnis	33

EINLEITUNG

«Die Kunst der Knochenbruchbehandlung besteht darin, aus den zahlreichen möglichen Methoden diejenige herauszusuchen, welche für den gerade vorliegenden Fall die beste ist» (*Rostock*).

Der Chirurg hat eine erste Wahl zwischen konservativen und operativen Massnahmen zu treffen. Er trägt auch in hohem Masse die Verantwortung für das spätere Heilungsergebnis.

In der vorliegenden Arbeit setzten wir uns zum Ziel, den Wert operativer Methoden zur Behandlung geschlossener und offener Schaftfrakturen des Vorderarms zu untersuchen.

Das Material wurde uns in freundlicher Weise von der Schweizerischen Unfallversicherungsanstalt überlassen. Zur Auswertung kamen alle von der medizinischen Statistik der Anstalt erfassten Fälle primär operierter Schaftfrakturen beider Vorderarmknochen der Jahre 1951–1956.

Sämtliche Verunfallten waren bei der SUVA gegen Betriebs- und Nichtbetriebsunfälle versichert. Sie standen somit zur Zeit des Unfalles im Erwerbsalter, das während der Hochkonjunktur, wie sie nun schon seit Jahren besteht, sehr hoch sein kann.

Die Verletzten rekrutieren sich aus allen Sprachgebieten unseres Landes. Sie wurden in verschiedenen grösseren und kleineren Schweizer Spitälern behandelt.

Das zur Verfügung stehende Material wird von mehreren Gesichtspunkten aus analysiert: Alters-, Geschlechts- und Seitenverteilung, Einteilung nach Berufen und Unfallereignissen. Es werden die Operationsindikationen und -methoden sowie vor allem auch die Komplikationen (Pseudarthrosen, Sudecksche Dystrophien usw.) eingehend besprochen. Zuletzt werden noch die sozialen Aspekte dieser operativ behandelten Frakturen des Vorderarmschaftes (Hospitalisationsdauer, Dauer der Arbeitsunfähigkeit, Invaliditätsgrad, Berufswechsel usw.) angeführt und die Heilergebnisse beurteilt.

A. ALLGEMEINES

Für die Bearbeitung standen uns die Aktenhefte von 66 geschlossenen und 50 offenen Vorderarmschaftfrakturen zur Verfügung.

Es fanden sich bei 12 Patienten ausserdem noch weitere Frakturen oder Luxationen im Bereich des verletzten Vorderarmes:

Ellbogenluxationen	3
Abriss des Proc. styloides radii oder ulnae	3
Distale Radiusepiphysenfrakturen	2
Olecranonfrakturen	2
Distale Ulnaepiphysenfraktur	1
Luxation der Ulna im Carpo-Ulnar-Gelenk	1

Ein Patient hatte offene Frakturen beider Vorderarme, die beide operativ versorgt wurden.

Von den 116 primär operierten Fällen sind 71 Betriebs- und 45 Nichtbetriebsunfälle.

Der jüngste Verunfallte war 15, der älteste 80½ Jahre alt (Tabelle 1). Das durchschnittliche Alter weist für die offenen und die geschlossenen Frakturen keinen wesentlichen Unterschied auf (39,5 bzw. 38,8 Jahre).

In unserer Statistik sind vorwiegend Männer vertreten (Tabelle 2). 105 Männern stehen nur 11 Frauen gegenüber.

Die linke Seite war bei den geschlossenen Vorderarmfrakturen etwas häufiger beteiligt als die rechte (Tabelle 3).

Zur Zeit des Unfalls waren die Versicherten grösstenteils in Fabriken und handwerklichen Betrieben beschäftigt. Über die vertretenen Berufskategorien gibt Tabelle 4 Auskunft.

Tabelle 1
Altersverteilung

	Geschlossene Frakturen	Offene Frakturen
Jüngster männlicher Operierter	15	15 ½
Ältester männlicher Operierter	80 ½	65 ½
Jüngste weibliche Operierte	19 ½	30 ½
Älteste weibliche Operierte	56	59
Durchschnittsalter	38,8	39,5

Entsprechend der besonderen Art der Verletzungen waren auch die Unfallereignisse durchwegs schwerer Natur. Interessanterweise ist nahezu ein Drittel der Frakturen bei Verkehrsunfällen entstanden. Eine grössere Anzahl von Versicherten geriet mit dem Vorderarm in laufende Maschinengetriebe. Von Bedeutung ist auch der Fall schwerer Gegenstände auf den Vorderarm.

Die verschiedenen Unfallursachen sind in der Tabelle 5 festgehalten.

Tabelle 2
Verteilung nach Geschlechtern

Art der Frakturen	Männer	Frauen
Geschlossene Frakturen	59	7
Offene Frakturen	46	4
Total	105	11

Tabelle 3
*Betroffene Seiten**

Art der Frakturen	Rechts	Links
Geschlossene Frakturen	28	38
Offene Frakturen	23	28
Total	51	66

* In einem Falle waren beide Vorderarme gebrochen!

Tabelle 4
Einteilung nach Berufen

Beruf	Geschlossene Frakturen	Offene Frakturen
Fabrikarbeiter	32	26
Mechaniker, Zimmerleute, Schreiner, Schlosser, Schmiede, Elektromonteurs, Glaser	12	3
Bauarbeiter (Maurer, Handlanger)	5	9
Sägerei/Waldarbeiter	4	2
Kaufmännische Angestellte	5	1
Chauffeur-Magaziner	2	3
Gemeinde- und Kiesgrubenarbeiter	3	1
Betriebsleiter/Werkführer	2	2
Matrosen	—	2
Dachdecker	1	—
Steinhauer	—	1
Total	66	50

Tabelle 5
Die Unfallereignisse

Art des Vorfalls	Geschlossene Frakturen	Offene Frakturen
Verkehrsunfälle	26	11
Vorderarm von laufendem Maschinengetriebe erfasst	14	14
Fall schwerer Gegenstände auf den Vorderarm	8	11
Sturz auf den Vorderarm durch Ausgleiten usw.	8	6
Einklemmen des Vorderarms	6	5
Holzfräsenverletzung	—	2
Explosionstrauma	1	1
Lastwagenrad über Vorderarm gefahren	1	—
In Kiesgrube verschüttet	1	—
Schlittelfall	1	—
Total	66	50

B. OPERATIONSINDIKATION UND OPERATIVE METHODEN

1. OPERATIONSINDIKATION

a) geschlossene Frakturen

Die unblutige Reposition wurde 45 mal, das heisst in etwa $\frac{2}{3}$ der Fälle, vorgängig zum operativen Eingriff versucht. In 9 Fällen wurde sie sogar wiederholt, jedoch erfolglos vorgenommen. Bei 15 Patienten gelang es, nur einen der gebrochenen Knochen einzurenken (11 mal die Ulna, 4 mal den Radius). Erneutes Abgleiten oder Achsenknickung zwang jedoch in allen diesen Fällen zur Operation.

Der Eingriff wurde 16 mal in der ersten Woche, in weiteren 24 Fällen innerhalb des ersten Monats nach der Verletzung und 5 mal zu einem späteren Zeitpunkt durchgeführt.

Aus den Akten lassen sich für die erst nach 45, 54, 64, 66 bzw. 83 Tagen erfolgte operative Behandlung folgende Ursachen eruieren:

Interposition von Weichteilen,
Abgleiten des Radius bei bereits vereinigter Ulna,
Ausbildung eines Brückencallus und schlechte Stellung,
Deformierung des Vorderarmes und verzögerte Heilung,
Heilung mit Verkürzung.

Die operative Versorgung von 21 Patienten geschah ohne unblutige Repositionsversuche zwischen dem 1. und 16. Tag, durchschnittlich 3 Tagen nach dem Unfallereignis. Sie wurde vorgenommen, weil eine erhebliche Achsenverschiebung stattgefunden hatte, oder weil der Chirurg, vor allem bei Frakturen auf ungleicher Höhe, zum vorneherein eine unblutige Behand-

lung für aussichtslos erachtete. Bei 2 dieser Patienten wurde 11 bzw. 16 Tage zugewartet, bis die begleitenden Weichteilverletzungen (Schürfwunden, Décollement usw.) abgeheilt waren.

b) offene Frakturen

Der operative Eingriff erfolgte bei der offenen Frakturart wegen der Schwere des Traumas. Es handelte sich fast ausnahmslos um Splitter-Trümmer-Brüche mit erheblicher Dislokation der Fragmente, zudem auch um schwere Verletzungen der Weichteile.

Nur 5 mal beschränkte sich der primäre Eingriff auf die Wundversorgung, während die Frakturstelle nicht freigelegt wurde und die Einrenkung des Bruches durch Zug, Gegenzug und Druck nach Verschluss der Wunde erfolgte. In 4 Fällen verschoben sich aber die Fragmente nach kurzer Zeit wieder, so dass auch hier ein operativer Eingriff nicht zu umgehen war. In 1 Fall gelang die unblutige Reposition nur an einem der beiden Knochen.

40 Fälle hat man innert der ersten 3 Tage operiert, davon 35 am Unfalltag selbst.

Die andern 10 Fälle wurden aus folgenden Gründen erst zwischen dem 6. und 51. Tag, bzw. durchschnittlich 27,5 Tage nach dem Unfallereignis, operiert:

- 5 mal Verschiebung der Operation bis zur Heilung der Weichteilverletzungen;
- 4 mal erneute Dislokation nach unblutiger Reposition;
- 1 mal Operation des Radius nach geglückter unblutiger Reposition an der Ulna, bei der man zuerst die Konsolidation abwarten wollte.

2. DIE OPERATIONSMETHODEN

Bei 59 Patienten wurden beide Vorderarmknochen mit der gleichen Operationsmethode angegangen. Indessen hat man bei 30 Verunfallten 19 mal den Radius und 11 mal die Ulna allein operiert.

Die Operationsmethoden bei diesen 89 Patienten teilen sich wie folgt auf:

Marknagelungen (Küntscher, Oberholzer, Rush)	42
Blutige Verzahnung ohne Fremdkörpermateriel	13
Drahtumschlingungen	9
Metallplatten (Lane, Lambotte, Eggers, Brunner)	9
Markdrahtungen	7
Draht-Osteosynthesen	3
Extension durch Drähte distal und proximal der Frakturen	2
Primäre Knochenspananlagerung	2
Schanz'sche Schrauben	1
Osteotaxis nach Raoul Hoffmann	1
Total der Eingriffe	<u>89</u>

Bei 27 Patienten wurden 2 verschiedene Methoden zur Fixation der beiden Vorderarmknochen verwendet.

C. ART UND DAUER DER ÄUSSEREN FIXATION

Art und Dauer der Gipsfixation sind in den Akten oft nicht genau angegeben. Soweit ersichtlich kamen circuläre Gipsverbände oder dorsale und volare Gipsschienen zur Anwendung, vielfach von den Fingergrundgelenken bis zum Oberarm, und zwar in Rechtwinkelstellung des Ellbogens.

In 28 Fällen waren die Aktenvermerke derart mangelhaft, dass eine Auswertung nicht erfolgen konnte.

Über die Dauer der Fixation gibt die Tabelle 6 Aufschluss. Es zeigt sich, dass die offenen Frakturen länger im Gips fixiert wurden, 6 Fälle sogar über ein halbes Jahr!

Tabelle 6

Dauer der äusseren Fixation

(Die weitere Fixation nach Pseudarthrose-Operationen ausgenommen!)

Dauer der äusseren Fixation in Wochen	Geschlossene Frakturen	in %	Offene Frakturen	in %
6–8 Wochen	10	20	5	13
8–12 Wochen	17	34	7	18½
12–16 Wochen	16	32	8	21
16–26 Wochen	7	14	12	31½
über 26 Wochen	–	0	6	16
Total verwertbare Fälle	50	100%	38	100%

D. POSTOPERATIVE KOMPLIKATIONEN

Operierte geschlossene Vorderarmfrakturen

In 42 von 66 Fällen (64%) war der Heilungsverlauf durch folgende Komplikationen gestört:

<i>Verzögerte Heilungen</i> total	8
Radius allein	3
Ulna allein	1
Radius und Ulna	4
<i>Pseudarthrosen</i> total	14
Radius allein	5
Ulna allein	7
Radius und Ulna	2

<i>Sudecksche Dystrophien</i> total	24
davon kombiniert mit:	
Pseudarthrose	9
verzögerter Heilung	1
Osteomyelitis	1
<i>Brückencallus</i>	5
<i>Osteomyelitiden</i>	2
<i>Nervenläsionen</i>	1
<i>Zirkulatorische Störungen</i>	2
(Embolie, Phlebitis)	

Operierte offene Vorderarmfrakturen

Bei diesen traten im postoperativen Verlauf in 41 von 50 Fällen (82%) folgende Komplikationen auf:

<i>Verzögerte Heilungen</i> total	8
Radius allein	5
Ulna allein	1
Radius und Ulna	2
<i>Pseudarthrosen</i> total	23
Radius allein	4
Ulna allein	8
Radius und Ulna	11
<i>Sudecksche Dystrophien</i> total	25
davon kombiniert mit:	
Pseudarthrose	13
verzögerter Heilung	4
Osteomyelitis	2
<i>Brückencallus</i>	1
<i>Osteomyelitiden</i>	2
<i>Nervenläsionen</i>	2
<i>Allgemeine zirkulatorische Störungen</i> (Embolie, Phlebitis)	2
<i>Zirkulatorische Störungen am Vorderarm</i> (nach schwerster Schädigung von Muskeln und Gefäßen), die 3 Monate nach dem Unfall zur Nekrose des Vorderarms führten und dessen Amputation notwendig machten	1
<i>Sperrwirkung des relativ verkürzten Radius, korrigiert durch Osteotomie der Ulna</i>	2
<i>Unfallneurose bei epileptischer Demenz</i>	1

Die Auswirkungen der häufigsten Komplikationen (verzögerte Konsolidation, Pseudarthrose, Sudecksche Dystrophie) sollen näher betrachtet werden:

1. DIE VERZÖGERTE FRAKTURKONSOLIDATION

a) Häufigkeit

Eine Heilungsverzögerung des einen oder beider Knochen zugleich trat bei den geschlossenen und offenen Frakturen in je 8 Fällen auf, bei den offenen Brüchen vor allem nach Marknagelung oder Kirschner-Markdrahtung (Tabelle 7).

Böhler stellt fest, dass die Callusbildung an den Vorderarmknochen nach Marknagelung, besonders wenn der Nagel zu dünn oder zu kurz gewählt ist, manchmal verzögert oder ganz aufgehoben wird. Die gleiche Beobachtung sollen auch A.W.Fischer, Raisch und Schneider (zitiert nach Böhler) gemacht haben.

Bei der einzigen verzögerten Konsolidation nach Marknagelung einer geschlossenen Radiuschaftfraktur war der Marknagel zu dünn.

b) Operative Therapie der verzögerten Konsolidation

In 5 der 16 Fälle von verzögerter Konsolidation entschloss man sich zur Förderung der Callusbildung zu weiteren Eingriffen, und zwar:

Phemisterspanplastik an Radius und Ulna	2 mal
Phemisterspanplastik bei verzögerter Konsolidation einer Ulnafraktur	1 mal
Becksche Bohrung + Spongiosaimplantation an einer Radiusfraktur	1 mal
Blutige Reposition von Radius und Ulna + treppenförmiges Aneinanderlegen der Fragmente. Zusätzliche Radiuscerclage . .	1 mal

Diese Eingriffe führten in allen Fällen zur Beschleunigung der Callusbildung.

Tabelle 7
Die Häufigkeit der verzögerten Konsolidationen und der Pseudarthrosen
in Abhängigkeit von der Operationsmethode

a) geschlossene Frakturen

Operationsmethode	Anzahl Operationen	Verzögerte Callusbildungen			Pseudarthrosen				
		Ra + U	Ra	U	Total	Ra + U	Ra	U	Total
<i>Marknägel</i> (Küntscher, Oberholzer, Rush)									
Radius + Ulna	13						1	1	
Radius	7		1		1				
Ulna, 1 mal verbunden mit Spannung	3						1	1	
<i>Lane-, Lambotte-, Eggers- oder Brunner-Platten</i>									
Radius + Ulna	5	1			1				
Radius	3		2		2		1		1
Ulna	—								
<i>Blutige Verzahnung</i>									
Radius + Ulna	5	2			2				
Radius	1								
Ulna	2						1	1	
<i>Cerclage</i>									
Radius + Ulna	1								
Radius	3						1		1
Ulna	1								
<i>Kirschner-Mark-Draht</i>									
Radius + Ulna	2							2	2
Radius	—								
Ulna	—								
<i>Schanzsche Schrauben</i>									
Radius + Ulna	1							1	1
<i>Hoffmann-Apparat</i>									
Radius + Ulna	1			1	1				
Radius: Küntscher-Nagel Ulna: Cerclage }	3						1		1
Radius: Lane-Platte . . Ulna: blutige Verz. . . }	3	1			1		1		1
Radius: blutige Verz. . . Ulna: Cerclage }	2					1			1
Radius: Küntscher-Nagel Ulna: blutige Verz. . . }	1								
Radius: Cerclage Ulna: Küntscher-Nagel }	1								
Radius: blutige Verz. . . Ulna: Küntscher-Nagel }	1								
Übertrag	59	4	3	1	8	1	4	6	11

Operationsmethode	Anzahl Operationen	Verzögerte Callusbildungen				Pseudarthrosen			
		Ra + U	Ra	U	Total	Ra + U	Ra	U	Total
Übertrag	59	4	3	1	8	1	4	6	11
Radius: Lane-Platte . . . Ulna: Cerclage }	1					1			1
Radius: Cerclage Ulna: blutige Verz. . . }	1								
Radius: Cerclage Ulna: Lane-Platte . . . }	1								
Radius: dicker Spickungs- draht + Falzcer- clage }	1						1		1
Ulna: blutige Verz. . . . }	1							1	1
Radius: blutige Verz. . . . }	1								
Ulna: Kirschner-Längs- draht }	1								
Radius: Tibiaspan }	1								
Ulna: blutige Verz. . . . }	1								
Radius: präparierter Ziegenknochen . . . }	1								
Ulna: Zugschraube . . . }	1								
Total	66	4	3	1	8	2	5	7	14

b) offene Frakturen

Operationsmethode	Anzahl Operationen	Verzögerte Callusbildungen				Pseudarthrosen			
		Ra + U	Ra	U	Total	Ra + U	Ra	U	Total
<i>Marknägel</i>									
Radius + Ulna	14	1	1	1	3		2	1	3
Radius	3								
Ulna	2							1	1
<i>Kirschner-Markdraht</i>									
Radius + Ulna	3		1		1	2			2
Radius	1		1		1				
Ulna	1							1	1
<i>Blutige Verzahnung</i>									
Radius + Ulna	4					3			3
Radius	—								
Ulna	1							1	1
Übertrag	29	1	3	1	5	5	2	4	11

Operationsmethode	Anzahl Operationen	Verzögerte Callusbildungen				Pseudarthrosen			
		Ra + U	Ra	U	Total	Ra + U	Ra	U	Total
Übertrag	29	1	3	1	5	5	2	4	11
<i>Cerclage</i>									
Radius + Ulna	4					3			3
Radius	—								
Ulna	—								
<i>Transcort. Spickungsdraht</i>									
Radius + Ulna	2								
Radius	1						1		1
Ulna	—								
<i>Prim. Spantransplantation</i>									
Radius + Ulna	1					1			1
Radius	—								
Ulna	1								
<i>Drahtextension</i> (distal und prox. der Frakturen)									
Radius + Ulna	2						1	1	2
<i>Lanesche Platte</i>									
Radius + Ulna	1								
Radius	—								
Ulna	—								
Radius: Cerclage }	2					1		1	2
Ulna: Marknagel . . . }									
Radius: Marknagel . . . }	1							1	1
Ulna: blutige Verz. . . }									
Radius: Marknagel . . . }	1	1			1				
Ulna: Cerclage }									
Radius: Marknagel . . . }	1							1	1
Ulna: Zugschraube . . }									
Radius: Cerclage }	1					1			1
Ulna: Kirschner-Bolz. }									
Radius: blutige Verz. . . }	1		1		1				
Ulna: Kirschner- Markdraht }									
Radius: blutige Verz. . . }	1								
Ulna: Cerclage }									
Radius: Kirschner- Markdraht }	1		1		1				
Ulna: Cerclage }									
Total	50	2	5	1	8	11	4	8	23

2. PSEUDARTHROSEN

(Tabelle 7)

a) Häufigkeit

Bei 66 geschlossenen operierten Frakturen kam es 14 mal (21,21%) und bei den 50 offenen operierten Brüchen 23 mal (46%) zu einer Pseudarthrose des einen Knochens oder beider zusammen (Tabelle 8). Somit führten 32% aller operierten Vorderarmschaftfrakturen zu einer Pseudarthrose.

B. Permann, Göteborg, stellte bei 70 operierten Frakturen am Vorderarm 15 Pseudarthrosen (21,43%) fest. Diese Statistik ist zu Vergleichszwecken ungeeignet, da sich unter den 70 operierten Fällen auch isolierte Schaftbrüche befinden.

Tabelle 8

Pseudarthrosen	geschlossene Frakturen		offene Frakturen	
	Anzahl	%	Anzahl	%
Radius + Ulna	2	14,3	11	47,8
Radius	5	35,7	4	17,4
Ulna	7	50	8	34,8
Total	14	100%	23	100%

b) Durchschnittsalter der Pseudarthrosepatienten

Für die 14 geschlossenen Frakturen: 37,25 Jahre.

Für die 23 offenen Frakturen: 39,9 Jahre.

c) Lokalisation der Pseudarthrosen

Bei Betrachtung der Tabelle 9 stellen wir fest, dass die Pseudarthrosen im Bereich des oberen Schaftdrittels verhältnismässig häufiger aufgetreten

Tabelle 9

Fälle mit Frakturen auf gleicher Höhe				
Lokalisation	geschlossen		offen	
	Pseudarthrosen	Gesamtzahl der Fälle in den betreffenden Dritteln	Pseudarthrosen	Gesamtzahl der Fälle in den betreffenden Dritteln
Distales Drittel	3	17	5	15
Übergang vom distalen zum mittleren Drittel	—	6	1	7
Mittleres Drittel	1	19	6	10
Übergang vom mittleren zum proximalen Drittel	—	1	3	3
Proximales Drittel	3	6	1	2

sind. Das von uns ausgewertete Material ist aber zu gering, um daraus sichere Schlüsse ziehen zu dürfen.

Von den 17 geschlossenen und den 13 offenen *Frakturen auf ungleicher Höhe* wurden je 7 Fälle pseudarthrotisch.

d) Die Ursachen der Pseudarthrosen

Es wäre gewagt, schon wegen der Vielzahl der ganz allgemein für die Entstehung der Pseudarthrose verantwortlich gemachten Faktoren, die Ursache der Falschgelenkbildung ermitteln zu wollen. Dies ist besonders bei einem so heterogenen Material, wie es uns zur Verfügung steht, schwierig.

In diesem Zusammenhang möchten wir daher nur einige Ursachen anführen, in denen jeweils die behandelnden Chirurgen selbst die Entstehung der Pseudarthrosen sahen:

– 4 Fälle von Pseudarthrosen nach zu kurz dauernder äusserer Fixation und zu dünn gewählten Marknägeln, was den Bruch des Marknagels zur Folge hatte.

Beispiel 1: *V.A., 61 Jahre, I/22496/51, IR 143730, Steinhauer:*

Der Versicherte wurde am 7.6.51 im Steinbruch von einem herabfallenden Steinblock am rechten Vorderarm getroffen. Schwere offene Splitterfrakturen beider Vorderarmknochen. Am andern Tag blutige Reposition der Frakturen und Fixation mit Küntscher-Nägeln. Gipsverband bis 24.7.51. Dann Beginn mit Bewegungsübungen. Erneute Fixation am 12.11.51 bis 5.12.51. Konsolidation noch wenig fortgeschritten.

Ende Februar 1952 Mechanotherapie. Nachher Klagen über vermehrte Schmerzen im Bereich der Ulnafraktur.

Das Röntgenbild vom 22.3.52 zeigt Bruch des Küntscher-Nagels und Pseudarthrose der Ulna.

Im April 1952 Pemisterspanplastik der Ulnapseudarthrose nach Entfernung des gebrochenen Marknagels.

Am 20.5.53 neue Pseudarthrose-Operation nötig wegen Spanfraktur: Neuer Pemisterspan über Ulnapseudarthrose und nochmals Marknagelung der Ulna. Der Nagel besteht aus dickerem Nagelkörper und dünnerer Nagelspitze. 21.8.53: Die Nagelspitze ist abgebrochen. Am 27.11.53 wird der 2. gebrochene Marknagel aus der Ulna entfernt. Im März 1954 ist die Fraktur konsolidiert. Heilresultat: Erhebliche Funktionseinschränkungen des Ellbogens, des Handgelenkes und der Vorderarmrotation.

Arbeitsunfähigkeit: 890 Arbeitstage.

Behandlungsdauer: 1150 Tage.

Rente: 50%.

In diesem Fall wurde mit der Mobilisation zu früh, nach 6 Wochen Ruhigstellung im Gipsverband, begonnen. Die trotz fehlender Konsolidation wahrscheinlich im Interesse einer raschen Verbesserung der Funktion durchgeführte Mechanotherapie dürfte den Marknagelbruch bewirkt haben.

– 1 Fall von Pseudarthrose nach zu früher Entfernung des Osteosynthesenmaterials.

Beispiel 2: *VI/1541/53, IR 140457, S.L., 43 Jahre, Holzsäger:*

Am 23.3.53 wurde der Versicherte von einem abrutschenden Baumstamm am rechten Vorderarm getroffen. Geschlossene Trümmerfrakturen beider Vorderarmknochen im proximalen Drittel.

Am anderen Tag Osteosynthese der Radiusfraktur mit Lanescher Platte, Cerclage der Ulnafraktur.

Am 18.7.53 wurde das Osteosynthesenmaterial angeblich wegen Osteoporose entfernt.

Am 25.11.53 stellte man Pseudarthrosen an beiden Knochenschäften fest. Der Versicherte lehnte eine Pseudarthrosenoperation ab, weil er eine Verschlimmerung seines Zustandes befürchtete. Der Fall endete mit einer hohen Rente von 66⅔%.

Starke Deformation des Vorderarms. Vorderarmrotation praktisch aufgehoben. Zudem war Aufgabe des Berufes notwendig.

– 3 Fälle von Defektpseudarthrosen nach schweren Trümmerfrakturen, wobei die Knochensplitter entfernt wurden.

Nach *Böhler* sind gerade die Heilungstendenzen bei Trümmerfrakturen günstiger als zum Beispiel jene der Querfrakturen. Die multiplen Knochensplitter bei den Splitterfrakturen liefern reichlich osteogenetisches Material, wird dieses jedoch entfernt, so heilt der Knochen entweder durch Verkürzung, oder es entsteht eine Defektpseudarthrose.

– In 2 weiteren Fällen ist eine schwere Osteomyelitis für die Pseudarthrose verantwortlich zu machen.

e) Vergleich der Methode der Marknagelung (exkl. Markdrahtung) mit den gesamten übrigen Operationsmethoden bezüglich der Pseudarthroshäufigkeit

Die Marknagelung hatte, verglichen mit den andern Operationsmethoden, weniger Pseudarthrosen zur Folge (Tabelle 7).

Unter den 8 Pseudarthrosefällen nach Marknagelung der 24 offenen Frakturen figurieren auch deren 2, bei denen die Pseudarthrose am nicht genagelten, durch eine andere Methode operierten Knochen entstand.

Tabelle 10

Operationsmethode	geschlossene	offene	Zahl der Pseudarthrosenfälle		in %	
			geschlossene	offene	geschlossene	offene
Zahl der Fälle, bei denen Marknägel zur Anwendung kamen	29	24	3	8	10,34	33,3
Zahl der Fälle, die mit den übrigen Operationsmethoden operiert wurden	37	26	11	15	29,73	57,7

Küntscher ist der Auffassung, dass es nur mit dem Marknagel möglich ist, die allerfeinsten Wackelbewegungen in der Frakturzone auszuschalten. Nach ihm wächst der Frakturcallus erst dann geordnet, wenn er nicht gestört wird. Der gleiche Autor ist auch der Meinung, dass in der scheinbaren Ruhigstellung des Gipsverbandes noch derart starke Verschiebungen und Knickungen im histologischen Bild auftreten, dass die Fixation im Gips- oder Streckverband allein nicht genügt, um ein ungestörtes Calluswachstum zu gewährleisten.

Durch die Anwendung des Marknagels soll im Gegensatz zum Kirschnerdraht eine wirklich exakte Ruhigstellung im Bruchspalt erzielt werden.

H. Smith und F. P. Sage (1957) beobachteten nach 416 Schaftfrakturen am Vorderarm (isolierte Radius- und Ulnafrakturen sowie solche beider Vorderarmknochen), die mit Marknägeln oder Kirschner-Markdrähten behandelt wurden, 89 Pseudarthrosen (21%). Die 95 mit Kirschner-Markdrähten fixierten Frakturen allein wiesen eine Pseudarthrosehäufigkeit von 38% auf, die 321 genagelten Frakturen eine solche von 14%. Diese Zahlen bestätigen den Vorteil der Marknagelung gegenüber der einfachen Markdrahtung.

f) Die operative Therapie der Pseudarthrosen

Von den insgesamt 37 Fällen mit Pseudarthrosen kamen 27 zur Operation. Es wurden 9 Pseudarthrosen nach geschlossenen und 18 nach offenen Brüchen operiert (Tabelle 11).

10 Pseudarthrosen (je 5 nach geschlossenen und offenen Frakturen) wurden nicht mehr operativ angegangen. Die Gründe dafür waren:

- 5 Frakturen (davon 4 der Ulna) erschienen klinisch als straffe Pseudarthrosen. Auf eine Pseudarthrosen-Operation wurde verzichtet, weil keine Beschwerden und funktionellen Ausfälle infolge der Pseudarthrose entstanden. *Die Versicherten konnten sogar trotz der Ulnapseudarthrose Schwerarbeit verrichten.*

Böhler ist der Auffassung, dass eine operative Behandlung bei Pseudarthrosen des Ellenschaftes nicht notwendig ist, weil sie gewöhnlich keine Störungen hervorrufen und meist nach 1–3 Jahren von selbst ausheilen.

Beispiel 3: W. M., 35 Jahre, IV/10422/53, Fabrikarbeiter:

Am 30.7.53 hatte M. als Velofahrer einen Zusammenstoß mit einem Personenauto. Dislozierte Querfraktur des Radius proximal und schräger Bruch der Ulna distal. Unblutiger Einrenkungsversuch misslang. 1 Tag nach dem Unfall blutige Reposition. Marknagelung der beiden gebrochenen Knochenschäfte mit dicken Kirschner-Drähten.

Am 22.9.53 zeigte sich distal der Frakturen eine starke fleckige Dystrophie. Der Ulna-Draht wurde am 10.11.53 entfernt, da er am Olecranon 1 cm vorstand. Der Speichenbruch war zu dieser Zeit bereits konsolidiert. An der Ulna bildete sich eine Pseudarthrose, die jedoch beim Behandlungsabschluss am 20.2.54 keine Beschwerden machte.

Vom 8.6. bis 11.6.54 war M. zur Entfernung des Radiusmarkdrahtes nochmals in der Klinik. Man fand damals eine geheilte Radiusfraktur und eine straffe Pseudarthrose der Ulna, die aber keine funktionellen Störungen verursachte. Die Beweglichkeit des Vorderarms war nicht eingeschränkt. M. hatte trotz der Pseudarthrose schon seit 2.2.54 ohne Behinderung seine übliche schwere Arbeit verrichtet. Der Fall kam ohne Rente zum Abschluss.

- 2 Patienten mit Pseudarthrosen nach schweren Osteomyelitiden erlitten derartige Funktionsverluste am Vorderarm, dass dieser ohnehin praktisch wertlos war.

- In einem Fall entstand eine Defektpseudarthrose der Ulna bei vollständiger Lähmung der Streckmuskulatur des Vorderarms zufolge Durchtrennung von Nerven und Muskulatur. Von einer Pseudarthrosen-Operation war bei dieser Sachlage keine Besserung mehr zu erwarten.

- In einem weiteren Falle heilte die Pseudarthrose durch konsequente Ruhigstellung spontan aus.

- Im 10. Fall schliesslich wurde die Operation vom Versicherten abgelehnt.

Tabelle 11

Die zur Anwendung gekommenen Pseudarthrosen-Operationsmethoden

(Die Fälle der erfolglos operierten Pseudarthrosen sind mit Buchstaben bezeichnet)

Operationsmethode	Zahl der Operationen			davon erfolgreich		
	Ra + U	Ra	U	Ra + U	Ra	U
Phemisterspanplastik, teils zusätzliche Marknagelung	5	4	9	3 a; b	4	8 c
Becksche Bohrung + Spongiosaimplantation	—	1	1		1	— d
Umkehrplastik nach Brun	—	1	—		1	
Anfrischen der Fragmente + Lanesche Platte	1	—	—	1		
Cerclage + Spongiosaimplantation	—	—	1			— e
Marknagel + Spongiosaimplantation	1	—	—	1		
Aufsplitterung nach Kirschner	—	—	1			— f
Anfrischen der Fragmente	1	—	—	— g		
Radius: kons. Knochenbolzen } Ulna: Marknagel + Spongiosaimplantation }	1	—	—	— h		
Total	9	6	12	5	6	8

*Das weitere Schicksal der Fälle nach missglückter
Pseudarthrose-Operation*

- a) 2. Operation: Spongiosaimplantation an Radius und Ulna. Auch diese Operation führte nicht zum Erfolg.
3. Operation: Konservierte Phemisterspäne über beide Pseudarthrosen und zusätzliche Marknagelung der Ulna führten zum Erfolg.
- b) Die Radiuspseudarthrose heilte aus. An der Ulna jedoch entstand eine Defektpseudarthrose als Folge einer Eiterung, die von der zur Spanfixation verwendeten Schraube ausging. Sie wurde nicht mehr operiert.
- c) 2. Operation: Neuer Phemisterspan mit zusätzlicher Marknagelung führte zur Konsolidation.
- d) 2. Operation: Phemisterspanplastik war erfolgreich.
- e) 2. Operation: Phemisterspan und zusätzliche Fixation der Fragmente mit Schanzscher Schraube führte zur Konsolidation.
- f) Es handelte sich um eine Defektpseudarthrose.
2. Operation: Phemisterspan zur Überbrückung des Defektes und Kirschner-Markdraht zur Fixation. Der Span heilte nicht ein.

3. Operation: Neuer Phemisterspan. Eine Konsolidation scheint jetzt einzutreten. Der Fall ist jedoch noch nicht abgeschlossen.
- g) 2. Operation: Phemisterspan über Radius und Ulna und zusätzliche Fixation der Ulna mit Marknagel führte zur Heilung der Pseudarthrose.
- h) 2. Operation: Wieder Markbolzen in Radius und Spongiosaimplantation in Ulna. Resultat: Radiusfraktur konsolidiert, Ulnapseudarthrose persistiert.
3. Operation: Phemisterspan über Ulnapseudarthrose bringt die gewünschte Konsolidation.

Die Mehrzahl der Pseudarthrosen wurde durch Spantransplantation nach der Methode von *Phemister* operiert. In der Regel wurden die Späne der eigenen Tibia oder dem Darmbein entnommen. Nur in 2 Fällen kamen, soweit den Akten zu entnehmen ist, konservierte Späne zur Anwendung. Häufig erfolgte eine zusätzliche Fixation des Spans mit Schrauben oder Drähten.

Ausnahmsweise wurde einmal bei einer Ulnapseudarthrose der Span dem benachbarten, mitfrakturierten Radius entnommen. Der entstandene Knochendefekt wurde mit Spongiosa aus der Tibia ausgefüllt. In der Folge entwickelte sich an der Frakturstelle des Radius aber ebenfalls eine Pseudarthrose.

g) Pseudarthrose und Sudecksche Dystrophie

Die Häufigkeit der Kombination einer Pseudarthrose mit einer Sudeckschen Dystrophie erscheint wohl eher zufälligerweise bei den geschlossenen Frakturen recht hoch. Bei den offenen Brüchen ist das Verhältnis der Sudeck-Häufigkeit zwischen den durch Pseudarthrosenbildung komplizierten und den übrigen Frakturen ausgeglichen (Tabelle 12).

Tabelle 12
Das kombinierte Vorkommen von Pseudarthrose und Sudeckscher Dystrophie

Frakturform	Fälle mit Pseudarthrosen	davon kombiniert mit Sudeck	Fälle ohne Pseudarthrosen	davon kombiniert mit Sudeck
geschlossen .	14	9	52	15
offen . . .	23	13	27	12

In seiner Abhandlung über die Sudecksche Dystrophie wirft *Blumensaat* die Frage auf, ob der Sudeckschen Dystrophie eine fördernde Wirkung auf die Entstehung der Pseudarthrose zuzuschreiben sei. Er kommt zum Schluss, dass grundsätzlich eine Verbindung von Pseudarthrose und Sudeckscher Dystrophie nicht gegeben ist. Nach *Sudeck* selbst verzögert die Dystrophie die Bruchheilung nicht. *G. Brandt* spricht der Knochenatrophie einen für die Heilung günstigen Einfluss zu, und *Dubois* hebt hervor, dass trotz schwerer Atrophie eine normale Callusbildung einsetzen kann.

3. DIE SUDECKSCHE DYSTROPHIE

Die Sudeck-Häufigkeit beträgt nach *Bierling-Raisch* am Unterarm knapp 20%.

Die hohe Ziffer von 42,2% bei unseren Fällen (Tabelle 13) beruht wohl darauf, dass es sich

1. um schwere Traumen und

2. um operierte Fälle

handelt. Ein Beweis, dass die Schwere des Traumas eine Rolle spielt, ist auch in der Differenz der Sudeck-Häufigkeit zwischen geschlossenen und offenen Frakturen zu erblicken.

Eine altersbedingte Bevorzugung der Sudeckschen Dystrophie ist bei unserem Material nicht zu beobachten. Diese Feststellung würde jener von *Blumensaat* entsprechen, währenddem *Dubois*, *Hilgenreiner*, *Jenny* usw. (zitiert nach *Blumensaat*) eine stärkere Beteiligung der Altersgruppen über 50 bzw. 45 Jahre annehmen.

Da sich unsere Verunfallten ausschliesslich aus Berufstätigen rekrutieren, ist in unserem Verletztengut die höhere Altersstufe weniger vertreten als bei klinischem Vergleichsmaterial.

Sichere Vergleiche lassen sich auch deshalb nicht anstellen, weil es sich bei unserem Material nur um operierte Schaftfrakturen beider Vorderarmknochen handelt, die Vergleichszahlen jedoch aus der Verarbeitung aller am Vorderarm vorkommenden Verletzungen entstanden sind.

Tabelle 13

Frakturart	Zahl der Fälle	Zahl der Sudeck-Fälle	in %	total in %	Durchschnittsalter
geschlossen	66	24	36,4	42,2	40,6
offen	50	25	50		

E. DIE WIRTSCHAFTLICHEN AUSWIRKUNGEN

1. DURCHSCHNITTliche DAUER DER HOSPITALISATION, ARBEITSUNFÄHIGKEIT UND BEHANDLUNG

Die Art und Schwere der Frakturen sowie der postoperative Heilungsverlauf haben die Dauer des Spitalaufenthalts, der Arbeitsunfähigkeit und der Behandlung stark beeinflusst (Tabelle 14).

Die Unterschiede sind besonders zwischen den geschlossenen und offe-

nen Vorderarmfrakturen auffallend. Wir stellen fest, dass die Verunfallten mit offenen Brüchen gegenüber jenen mit geschlossenen Frakturen die Arbeit mehr als doppelt so lang aussetzen mussten.

Beträchtliche Arbeitsausfälle und Behandlungskosten weisen aber vor allem die pseudarthrotisch gewordenen Fälle auf. Bei den geschlossenen Frakturen verursachten sie eine Arbeitsunfähigkeit von durchschnittlich 242 und bei den offenen Brüchen sogar eine solche von 499 vollen Arbeitstagen. Auch die durchschnittliche Behandlungsdauer von 345 bzw. 665 Kalendertagen ist für die soziale Unfallversicherung von bedeutender wirtschaftlicher Tragweite. Die ausgewiesenen Zahlen über die durchschnittliche Dauer der Hospitalisation, der Arbeitsunfähigkeit und der Behandlung erscheinen uns, allgemein betrachtet, ungewöhnlich hoch.

Es ist aber festzuhalten, dass wir es ausschliesslich mit *versicherten* Verunfallten zu tun haben, die von einem sozialen Institut alle therapeutischen Massnahmen beanspruchen, die für eine bestmögliche Ausheilung der Verletzungsfolgen eingesetzt werden können. Man ist auch bestrebt, alle Verunfallten wieder in den Arbeitsprozess einzuschalten. Wie die Durchsicht des Aktenmaterials gezeigt hat, ist es gerade in Fällen von komplizierten Vorderarmfrakturen im Hinblick auf die heutigen beruflichen Anforderungen oft schwierig, die Versicherten wiederum aktiv in ihrem beruflichen Milieu zu beschäftigen. Manchmal gelingt die Arbeitsaufnahme erst nach verschiedenen erfolglosen Versuchen oder nach einer betriebsinternen Umstellung. Der Grad der Bereitwilligkeit des Arbeitgebers spielt hier eine nicht zu unterschätzende Rolle.

Einen wichtigen Faktor dürfen wir bei unseren Überlegungen nicht ausser acht lassen: Alle Verunfallten waren obligatorisch gegen Unfall versichert und erhielten für die Zeit der ärztlich attestierten Arbeitsunfähigkeit 80% ihres Lohnausfalls. Es liegt auf der Hand, dass ein gut versicherter Verunfallter an der Arbeitsaufnahme und am raschen Abschluss der Behandlung bedeutend weniger interessiert ist als ein nicht versicherter Verletzter.

Tabelle 14

Durchschnittliche Dauer der Hospitalisation, Arbeitsunfähigkeit und Behandlung

Anzahl der Fälle	Art der Fälle	Anzahl der verwertbaren Fälle	Dauer der Hospitalisation Tage	Dauer der Arbeitsunfähigkeit Arbeitstage	Dauer der Behandlung Tage
66	<i>Geschlossene Frakturen:</i>				
	Sämtliche Fälle	60	63	175	263
14	Davon: Pseudarthrosen . . .	11	71	242	345
52	Nicht-Pseudarthrosen	49	61	159	245
	<i>Offene Frakturen:</i>				
50	Sämtliche Fälle	49	96	355	479
23	Davon: Pseudarthrosen . . .	23	111	499	665
27	Nicht-Pseudarthrosen	26	83	232	315

Die Dauer des Spitalaufenthaltes und der Behandlung ist in Kalendertagen angegeben, die *Dauer der Arbeitsunfähigkeit* hingegen in *Arbeitstagen*, wobei die Teil-Arbeitsunfähigkeit (zum Beispiel 50%, 25%) in ganze Arbeitstage umgerechnet wurde.

Die Arbeit ist *durchschnittlich* pro Fall *teilweise* aufgenommen worden: bei den *geschlossenen* Fällen (Nicht-Pseudarthrosen)

20½ Wochen nach dem Unfalltag
bei den *geschlossenen* Fällen (Pseudarthrosen)

33½ Wochen nach dem Unfalltag
bei den *offenen* Fällen (Nicht-Pseudarthrosen)

31 Wochen nach dem Unfalltag
bei den *offenen* Fällen (Pseudarthrosen)

58 Wochen nach dem Unfalltag
In 19 Fällen ist die Arbeit *nicht* teilweise aufgenommen worden, und zwar 13 mal bei den geschlossenen und 6 mal bei den offenen Frakturen.

2. DIE ERWERBSBEHINDERUNG
(Tabelle 15)

73,4% der verwertbaren Fälle liessen eine Invalidität zurück. Daran sind 60% der geschlossenen und 89,8% der offenen Frakturen beteiligt. Schlecht abgeschnitten haben wiederum die pseudarthrotisch gewordenen Fälle, indem bei den geschlossenen Frakturen 81,8% und bei den offenen sogar 95,6% der Fälle zu einer Invalidität führten.

Tabelle 15
Erwerbsbehinderung

Art der Frakturen	Total der Fälle	Verwertbare Fälle	Davon führten zu Renten	%	Durchschnittliche Anfangsrente	Gegenwärtige durchschnittliche Rentenhöhe	Ungefähre durchschnittliche Laufzeit der Rente seit Beginn bis 31. Dezember 1957
<i>Geschlossene Frakturen</i>							
Pseudarthrosenfälle . .	14	11	9	81,8	31%	26%	3 Jahre
Übrige Fälle	52	49	27	55,1	26%	16%	3½ Jahre
<i>Offene Frakturen</i>							
Pseudarthrosenfälle . .	23	23	22	95,6	35%	28%	3 Jahre
Übrige Fälle	27	26	22	84,6	38%	28%	4 Jahre

Die Erwerbsfähigkeit war im Durchschnitt etwa um 1/3 eingeschränkt. Sie hat sich nach 3–4 Jahren Rentenlaufzeit durchschnittlich um zirka 8% erhöht.

Interessanterweise haben die Pseudarthrosen wohl eine grössere Invaliditätshäufigkeit verursacht, die Erwerbsbehinderung ist aber gegenüber

den andern Fällen nur bei den pseudarthrotisch gewordenen geschlossenen Frakturen leicht erhöht, während sie bei den offenen Brüchen sogar etwas geringer ist. Im übrigen ist der Invaliditätsgrad der offenen gegenüber den geschlossenen Frakturen nur um wenige, unbedeutende Rentenprozente erhöht.

3. DIE AUSWIRKUNG DER INVALIDITÄT BEI DEN VERSCHIEDENEN ALTERSGRUPPEN

Die Verunfallten zwischen dem 15. und 30. Altersjahr weisen gegenüber den höheren Altersstufen eine wesentlich geringere Invaliditätshäufigkeit auf. Von 25 geschlossenen und 17 offenen Frakturen heilten deren 16 bzw. 3, ohne eine Invalidität zu hinterlassen (Tabelle 16). Eine ins Gewicht fallende Zunahme der Rentenhöhe mit dem Alter ist überraschenderweise nicht festzustellen.

Tabelle 16

Alter	Verwertbare Fälle	Ausgang in Invalidität	%	Durchschnittliche Anfangsrente
15–30 Jahre	42	23	55	30,5
31–40 Jahre	18	15	83	29
41–50 Jahre	21	17	80	34,5
51–60 Jahre	20	18	90	34,5
61–69 Jahre	7	6	86	31,5
80½ Jahre	1	1	100	25

4. HEILERGEBNIS UND FRAKTURLOKALISATION

Rund vier Fünftel der 116 Vorderarmfrakturen waren in den unteren zwei Schaftdritteln verteilt. 48,3% der Frakturen, die *ohne* Hinterlassung einer Erwerbsbehinderung ausheilten, betrafen das *distale* Schaftdrittel. An diesem günstigen Ergebnis waren zu 64,3% die Altersstufen von 15–30 Jahren beteiligt.

Schlecht schnitten die Frakturen auf ungleicher Höhe ab. Von den 17 geschlossenen Brüchen dieser Art heilten nur deren 5 ohne Erwerbsbehinderung – es handelte sich um jüngere Patienten – und von den 13 offenen Frakturen auf ungleicher Höhe endeten alle mit Invalidität.

5. DIE BEURTEILUNG DER OPERATIONSRESULTATE NACH DEN FUNKTIONSVERHÄLTNISSEN

Wichtig für die Funktionstüchtigkeit des Vorderarms sind vor allem:
die Umwendbewegungen,
die Beugung und Streckung des Ellbogens,
die Flexion des Handgelenks.

Sind diese Funktionen in ihrem Ablauf erheblich gestört, so ist die Erwerbsfähigkeit dem Grade der Bewegungseinschränkung entsprechend herabgesetzt.

Wir haben versucht, die Heilungsergebnisse der operierten Vorderarmfrakturen auch nach diesem Gesichtspunkt zu ermitteln (Tabelle 17), obwohl wir uns zwar bewusst sind, dass die Invalidität auch noch durch andere Faktoren, wie Beschaffenheit der Muskulatur, Sensibilitätsstörungen, Schmerzzustände usw., mitbestimmt wird.

Da 5 Frakturen immer noch ärztlich behandelt werden, kamen nur 111 Fälle zur Auswertung.

Wir stellten fest, dass nach Behandlungsabschluss $\frac{1}{3}$ der operierten geschlossenen Vorderarmfrakturen sehr gute und 62% gute bis ausreichende Resultate aufwiesen. Nur etwa 5% der geschlossenen Brüche verursachten erhebliche bis sehr starke Funktionseinschränkungen.

Die offene Frakturart zeigte erwartungsgemäss wesentlich schlechtere Resultate. Nur 4% der Fälle heilten ohne messbare Funktionsbehinderung aus. Immerhin waren die Ergebnisse bei etwas über 60% der offenen Brüche gut bis ausreichend, hingegen bei über 35% schlecht.

Tabelle 17

Funktionsverhältnisse	Frakturart			
	geschlossen	%	offen	%
Sehr gut	21	33 $\frac{1}{3}$	2	4
Gut bis ausreichend	39	62	29	60 $\frac{3}{4}$
Erheblich eingeschränkt bis schlecht	3	4 $\frac{2}{3}$	17	35 $\frac{1}{4}$
Total	63	100	48	100

6. DURCH DIE UNFALLFOLGEN BEDINGTER
BERUFSWECHSEL

Auch in bezug auf den Berufswechsel besteht ein wesentlicher Unterschied zwischen geschlossenen und offenen Frakturen und den Fällen mit oder ohne Pseudarthrosenbildung (Tabelle 18).

Tabelle 18

Zahl und Art der verwertbaren Frakturen	Pseudarthrosenfälle			Übrige Fälle			Total	
	Zahl	Berufswechsel		Zahl	Berufswechsel			
		Zahl	%		Zahl	%	Zahl	%
60 geschlossene .	11	3	27,3	49	4	8,2	7	11,7
49 offene . . .	23	11	47,8	26	6	23,0	17	34,7

Für die 17 nach offenen Brüchen notwendig gewordenen Berufswechsel waren neben den eigentlichen Frakturfolgen zu einem nicht geringen Teil auch die Nachwirkungen der Weichteilverletzungen (Sehnen-, Muskel- und Nervenläsionen) mitverantwortlich.

F. ZUSAMMENFASSUNG

Zweck dieser Arbeit war, die Entwicklung der Fälle primär operierter Schaftfrakturen beider Vorderarmknochen aus dem Verletztengut der SUVA der jüngsten Vergangenheit näher zu untersuchen.

Zur Auswertung kamen 116 Aktenhefte von 66 geschlossenen und 50 offenen Brüchen.

Die Verarbeitung des Materials erlaubt folgende Feststellungen:

Das Durchschnittsalter von 39 $\frac{1}{2}$ Jahren ist relativ niedrig. Über $\frac{1}{3}$ der Verunfallten war unter 30 Jahre alt. Immerhin waren einige betagte Versicherte vertreten, so auch ein 80 $\frac{1}{2}$ jähriger Arbeiter. Das zeigt, dass die Menschen in Zeiten geschäftlicher Blüte selbst bis ins hohe Alter im Arbeitsprozess verbleiben können.

Die Mehrzahl der 45 ausserbetrieblich erlittenen Frakturen entstand bei Verkehrsunfällen. Diese stellen nahezu $\frac{1}{3}$ der Unfallereignisse überhaupt dar.

Bei den 71 Betriebsunfällen stehen die Verletzungen an laufenden Maschinen im Vordergrund.

Entsprechend dem Versichertenbestand betrafen nur rund 10% aller Unfälle das weibliche Geschlecht.

Zur Zeit ihrer Verletzung waren die Versicherten zur Hauptsache in Fabriken und kleineren handwerklichen Betrieben der Metall- und Holzbranche beschäftigt.

Bei den *geschlossenen* Vorderarmfrakturen wurde in rund $\frac{2}{3}$ der Fälle die unblutige Reposition versucht, teilweise sogar wiederholt. Wohl gelang es, einige der gebrochenen Knochen einzurenken, erneutes Abgleiten der Fragmente oder Achsenabknickung machten aber schliesslich in allen in der vorliegenden Abhandlung berücksichtigten Fällen eine Operation notwendig.

Neun Zehntel der *offenen* Frakturen hat man schon im Hinblick auf die Schwere des Traumas ohne vorangehende unblutige Repositionsversuche, und zwar meistens schon am Unfalltag, operiert. Die Zeitspanne zwischen Unfall und Operation war demnach bei den offenen Frakturen durchschnittlich wesentlich kürzer als bei den geschlossenen.

Es wurde nach verschiedenen Methoden operiert. Die Marknagelung scheint insbesondere in den letzten Jahren eher Eingang gefunden zu haben. Sie kam in 46% der Fälle mindestens an einem der gebrochenen Knochen zur Anwendung.

In 42 Fällen (64%) war der postoperative Verlauf bei den geschlossenen und in 41 Fällen (82%) bei den offenen Frakturen durch Komplikationen gestört. Als häufigste heilungsverzögernde Faktoren sind zu nennen: die verspätete Callusbildung, die Pseudarthrose und die Sudecksche Dystrophie.

In 5 der 16 Fälle verzögerter Konsolidation entschloss man sich zur Förderung der Callusbildung zu nochmaligen operativen Eingriffen (Phemisterspan, Becksche Bohrung usw.).

37 mal, das heisst in fast $\frac{1}{3}$ der Fälle, traten Falschgelenkbildungen eines oder beider Knochen auf, 23 mal allein nach offenen Frakturen.

Interessant ist die Tatsache, dass die Pseudarthrosehäufigkeit nach Marknagelung bei den geschlossenen und offenen Frakturen fast zur Hälfte bzw. zu $\frac{2}{3}$ geringer war als nach der Anwendung der übrigen Operationsmethoden.

27 der 37 Pseudarthrosen wurden operativ angegangen. Mit wenigen Ausnahmen waren die Eingriffe, wenn sie auch da und dort 2–3 mal wiederholt werden mussten, erfolgreich.

Die am häufigsten zur Anwendung gekommene Pseudarthrose-Operation war die Knochenspananlagerung nach *Phemister*.

Die Sudecksche Dystrophie trat in 49 Fällen, das heisst im hohen Prozentsatz von 42,2 in Erscheinung. 22 Pseudarthrosefälle waren mit Sudeck kombiniert. Die offenen Brüche waren vermehrt vom Sudeck befallen. Eine altersbedingte Bevorzugung der Sudeckschen Dystrophie haben wir nicht festgestellt. Das Durchschnittsalter liegt mit 40,6 Jahren nur unwesentlich über jenem des gesamthaft verarbeiteten Materials.

Die *sozialen Auswirkungen* der Frakturfolgen sind für die SUVA, als Versicherungsträgerin, von grosser Tragweite.

Verhältnismässig hoch erscheint uns die Durchschnittsdauer der Arbeitsunfähigkeit bei geschlossenen und offenen Frakturen (175 bzw. 355 volle Arbeitstage!) sowie die Dauer der Behandlung (263 bzw. 479 Kalendertage!).

Die grösste finanzielle Belastung bereiteten aber die Pseudarthrosefälle, die im Durchschnitt bei den offenen Frakturen eine Arbeitsaussetzung von 499 vollen Arbeitstagen und eine Behandlungsdauer von 665 Tagen verursachten.

Bei den geschlossenen Brüchen sind die Vergleichszahlen tiefer (224 volle Arbeitstage Arbeitsunfähigkeit, bzw. 345 Kalendertage Behandlungsdauer!).

In der uns zugänglichen Literatur haben wir keine Angaben über Arbeitsunfähigkeit und Behandlungsdauer gefunden, die den von uns gefundenen Werten gegenübergestellt werden könnten.

Recht schwerwiegend und insbesondere auch für die schweizerische Volkswirtschaft von nicht zu unterschätzender Bedeutung ist die Tatsache, dass nahezu $\frac{3}{4}$ der operierten Vorderarmfrakturen mit Invalidität endeten. Die offenen und vor allem die pseudarthrotisch gewordenen Brüche haben daran den grössten Anteil.

Die durchschnittliche Anfangsrente bewegt sich zwischen 30–35%. Sie konnte nach einer durchschnittlichen Laufzeit von 3 bis 4 Jahren zufolge Anpassung und Angewöhnung um rund 8% vermindert werden.

Die Verunfallten zwischen dem 15. und 30. Altersjahr haben mit 55% die niedrigste Invaliditätshäufigkeit. Im übrigen konnten wir eine nennenswerte Zunahme der Rentenhöhe im höheren Alter nicht beobachten.

Wir haben schliesslich den Versuch unternommen, die Operationsresultate nach den Funktionsverhältnissen zur Zeit des Behandlungsabschlusses zu beurteilen. Dabei ist uns aufgefallen, dass die geschlossenen Brüche zu einem Drittel «sehr gute» und zu 62% «gute bis ausreichende» Ergebnisse zeigen. Nur in etwa 5% dieser Fälle sind die Funktionen am Vorderarm erheblich bis sehr stark eingeschränkt.

Die Auswertung der offenen Frakturen ergab ungünstigere Resultate. Wohl sind die Funktionen in etwas über 60% «gut bis ausreichend», in über 35% sind sie aber «schlecht».

24 Verunfallte (22% der verarbeiteten Fälle) mussten sich nach der Rentenfestsetzung einer Berufsumschulung unterziehen, um wieder in den Arbeitsprozess eingegliedert werden zu können.

LITERATURVERZEICHNIS

- Blanke, K.* Die Spanplastik nach Phemister. Hefte z. Unfallh., 53, 1–57, 1956.
- Blum, H.* Beitrag zur operativen Behandlung der Unterschenkelfrakturen. Diss. Zürich 1956.
- Blumensaat, C.* Der heutige Stand der Lehre vom Sudeck-Syndrom. Hefte z. Unfallh., 51, 1–225, 1956.
- Bode, F.* Zur Pathologie und Therapie der Vorderarmbrüche im mittleren Drittel. Arch. orthop. Unfallchir., 43, H. 3, 373, 1944.
– Unblutige Behandlung der Frakturen und ihre Fehlheilungen. Hefte z. Unfallh., H. 37, 1–44, 1942.
- Böhler, L.* Die Technik der Knochenbruchbehandlung im Frieden und im Kriege (Maudrich, Wien), Bd. 2 u. 3, 1943/44.
- Bolton, H.* The conservative treatment of fractures of the shaft of the radius and ulna in adults. Ref. Z. org. ges. Chir., Bd. 130, H. 1/2, 128, 1953 (Lancet 1952, II).
- Dennhardt, H.* Speichenbrüche, Vorderarmbrüche und ihre Heilungsergebnisse. Ein Beitrag zur Frage der unblutigen und blutigen Behandlung von Knochenbrüchen. Arch. orthop. Unfallchir., 39, H. 4, 499–518, 1939.
- Ehlert, H.* Unsere Ergebnisse der Unterarmschaftbruchbehandlung. Arch. orthop. Unfallchir., 39, H. 2, 206–212, 1938.
- Jacobovici.* Die Schaftbrüche der beiden Unterarmknochen. Ref. Z. org. ges. Chir., 90, H. 9, 613, 1938 (J. internat. Chir., 3, 1938).
- Jöhr, P.* Les fractures diaphysaires de l'avant-bras de 1930 à 1948, revues en 1949. Praxis, Bd. 39, H. 27, 580–584, 1950.
- Kottnetz.* Unterarmbrüche. Arch. orthop. Unfallchir., 38, H. 4, 673, 1938.
- Küntschner, G.* Die Marknagelung. Verlag Dr. W. Saenger, Berlin 1950.
– Das Callusproblem. Arch. orthop. Unfallchir., 49, 1–14, 1957.
- Landois.* Die Behandlung der Vorderarmbrüche. Ref. Z. org. ges. Chir., 101, H. 4, 220, 1941 (Z. ärztl. Fortbildung, 37, 360, 1940).
- Moraza, M.* Eine neue Behandlung der Unterarmknochenbrüche. Ref. Z. org. ges. Chir., 78, 472, 1936.
- Oberholzer, J.* Beitrag zur Behandlung der Querfraktur des Vorderarms in Schaftmitte. Helvet. Chir. acta, 13, 363, 1946.
- Patrik, J.* A study of supination and pronation with especial reference to the treatment of forearm fractures. Ref. Surg. being Section IX of Excerpta Medica, I, 1, 96, 1947 (J. Bone & Joint. Surg., 28, 4, 1946).
- Permann.* Nachuntersuchungen von Schaftfrakturen am Unterarm. Ref. Z. org. ges. Chir., 107, H. 3, 140, 1942 (Nord. Med., Stockholm 1941).
- Rettig.* Zur unblutigen Behandlung von Unterarmbrüchen. Münchner med. Wschr., 34, 1350, 1935.
- Rostock, zit. nach Blum.* Diss. Zürich 1956.
- Smith, H., and Sage, F. P.* Medullary fixation of forearm fractures. J. Bone & Joint. Surg., american vol., Boston, vol. 39, 1, January 1957.
- Sœur, R.* Fractures du tiers inférieur des os de l'avant-bras, traitées par l'immobilisation plâtrée. Rev. Path. Phys. trav., 9, 302, 1932.
- Sorrel, E.* Sur le traitement des fractures simultanées des deux os de l'avant-bras. Rev. orthop., Paris, 34/6, 1948, ref. Surg. of Excerpta Medica, vol. 3, 11, 1341, 1949.
- Steurer, G.* Vorderarmschaft-Frakturen und Pseudarthrosen. Diss. München 1954.
- Talkenberger.* Die Unterarmbrüche, ihre Behandlung und ihre Ergebnisse. Ref. Z. org. ges. Chir., 78, H. 6, 473, 1936 (Diss. Leipzig 1935).
- Thomsen.* Über Spätfolgen nach Verletzungen der Unterarmknochen, insbesondere des Radius. Zbl. Chir., 50, 2293, 1935. Chirurg, 22, 804, 1935. Arch. orthop. Unfallchir., 36, H. 5, 580, 1936.
- Wüthrich.* Die Behandlungserfolge bei den Vorderarmschaftfrakturen. Arch. orthop. Unfallchir., 39, H. 2, 213–220, 1938.
- Zöllinger, F.* Medizinisch-statistische Mitteilungen über die von der SUVA in den Jahren 1933/34 und 1945 anerkannten Unfälle und Berufskrankheiten.

CURRICULUM VITAE

Am 19. Juni 1931 wurde ich in Basel geboren. Hier und in Ramsen (Schaffhausen) bin ich heimatberechtigt.

Ich besuchte 4 Jahre die Primarschule sowie $1\frac{1}{2}$ Jahre das Realgymnasium in Basel und anschliessend, bedingt durch die Umsiedlung meiner Eltern, die Kantonsschule in Luzern, wo ich im Sommer 1950 die Maturität Typ A bestand.

Mit Ausnahme eines klinischen Semesters in Wien absolvierte ich das Medizinstudium in Basel. Im Frühjahr 1957 unterzog ich mich dem Staatsexamen.

